

CURS SOBRE EL TREBALL DE RECERCA AL BATXILLERAT

Sessió 1: Ensenyar els alumnes a fer recerca en l'àrea de Ciències

Neus Sanmartí

Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals. Universitat Autònoma de Barcelona

Juliol 1999

Continguts:

- Per què ensenyar l'alumnat a fer recerca?
- Formes d'entendre què és un 'treball de recerca' escolar
- Tipus de preguntes que poden ser objecte de recerca
- Importància d'escollir un bon mètode per trobar una resposta a una pregunta
- Procés per dur a terme un treball de recerca
- Accions a dur a terme per dirigir un treball de recerca
- La comunicació dels resultats d'una recerca: realització de l'informe
- Avaluació del treball realitzat. Criteris: on ha de posar-se l'èmfasi, en el procés? en el resultat final? en l'autonomia de l'alumnat per dur-la a terme? en el seu interès i dedicació?
...

Recull del material utilitzat a la sessió de treball, estructurat a partir d'idees extretes de P. Tamir, M. Vicentini, M. Calvet i molts d'altres

PER QUÈ ENSENYAR L'ALUMNAT A FER RECERCA?

- LA MAJORIA DELS DESCOBRIMENTS CIENTÍFICS VAN SER 'IMAGINATS' QUAN ELS CIENTÍFICS TENIEN MENYS DE 25 ANYS.
- ELS GRANS DESCOBRIMENTS SÓN FRUIT DEL PENSAMENT DIVERGENT.

(“A l’experiment no ens ha sortit allò que ens havia de sortir!” - ja ho diu un nen de 1r curs de primària!-. Necessitat de canviar aquesta percepció).

- PER ARRIBAR A UN GRAN AVENÇ CIENTÍFIC SÓN NECESSÀRIES MILIONS DE PETITES INVESTIGACIONS QUASI ANÒNIMES.

3 FINALITATS IMPORTANTS:

- Capacitar per aplicar les idees fonamentals de la ciència i les formes de raonament i de comunicació científiques a la resolució de problemes plantejats en el marc d'un projecte de recerca.
- Capacitar per plantejar-se preguntes, per imaginar respostes, per ser persistent en la recerca de dades que confirmen o no les propostes, per ser autoexigent en la justificació de les conclusions...
- Capacitar per introduir-se en el món del treball, aprenent a utilitzar les noves tecnologies, a treballar en equip, a desenvolupar la pròpia autonomia...

Quines són les diferències entre l'activitat experimental que es fa en un laboratori de recerca i la duta a terme a les escoles?

- Ordena aquestes opinions segons l'ordre d'importància que creus que tenen:
 1. L'equipament és més sofisticat i car.
 2. El resultat de l'experiment encara no es coneix.

3. Els resultats obtinguts són fidedignes i es poden comprovar.
4. Aquells que duen a terme els experiments són més hàbils i més aptes.
5. Els resultats dels experiments són analitzats pels membres de la comunitat científica i no només pel professor.
6. Els experiments ja duts a terme i acceptats no es tornen a repetir.

FORMES D'ENTENDRE QUÈ ÉS UNA RECERCA I FORMES D'ENTENDRE QUÈ ÉS UN 'TREBALL DE RECERCA' ESCOLAR

Preguntes que ens podem fer des de la recerca científica i des de la recerca escolar:

- Hi ha un mètode científic a seguir?

Hi ha mils mètodes, i la seva utilitat depèn del problema plantejat. Tot i així, molts aspectes de l'anomenat 'mètode científic' són sempre presents en tot treball de recerca.

- És important que una part de la recerca es faci al laboratori?

Si, però sabent que cada vegada més una bona part de les recerques científiques és fa amb l'ordinador.

- És important que sigui un tema nou?

Replicar experiments és una activitat científica importantíssima. Perquè una idea es consolidi calen milers de recerques confirmatòries (que a la vegada generen noves preguntes).

- És important que sigui realitzat individualment?

Poques recerques són el resultat d'una sola persona. El problema és que tothom ha d'aportar-hi quelcom.

- És important comunicar els resultats?

Una recerca que no es comunica no existeix. Tant l'experiment com la comunicació de resultats i d'interpretacions per tal de debatre'ls són activitat científica.

- És important arribar a 'bons' resultats?

La majoria de les recerques que es fan no porten a resultats reeixits. Però també se n'aprèn.

TIPUS DE PREGUNTES QUE PODEN SER OBJECTE DE RECERCA

El repte de tota recerca és tenir una bona pregunta, és a dir, definir un problema (alguna cosa que voldríem saber) i les variables en relació a les quals investigar.

No existeix una sola forma "correcta" de definir un problema.

Tot i així, en general, un problema de recerca hauria de ser una qüestió que fes referència a la *relació* entre diferents variables o fenòmens.

Una bona pregunta: quina seria?

- Durant els Jocs Olímpics d'Estiu de Moscou l'entrenador de l'equip de natació britànic volia que la temperatura de l'aigua de la piscina es mantingués a una temperatura constant (24°C). Afirmava que una diferència de temperatura de només 2°C podia influir en la velocitat dels seus nedadors.

Si s'hagués de fer una recerca per si la reclamació de l'entrenador és pertinent o no, quina pregunta ens hauríem de plantejar?

1. Influeix la temperatura de l'aigua en la velocitat dels nedadors ?
2. És possible mantenir constant la temperatura de l'aigua?
3. Una diferència de dos graus en la temperatura de l'aigua fa variar la velocitat dels nedadors?
4. A quina temperatura és més elevada la velocitat dels nedadors?

Més sobre les preguntes:

- Un estudiant disposa d'un aparell que mesura el ritme d'emissió de gas d'una planta a partir del moviment d'una bombolla d'aire a l'interior d'una pipeta graduada. Amb aquest aparell es pot mesurar el valor de l'activitat fotosintètica de la planta. Després d'aprendre a utilitzar-lo es demana a l'estudiant que contesti aquesta pregunta: "Defineix un problema relacionat amb el procés que mesura aquest aparell i que es pugui verificar utilitzant - lo".

Llegeix i valora les respostes donades per quatre estudiants tenint en compte els següents criteris:

- a) El problema està expressat i definit correctament? Explica-ho.
- b) ¿Hi ha una relació entre el problema, tal com l'ha definit l'estudiant, i el procés que permet mesurar l'aparell?

Les respostes van ser les següents:

1. El ritme de la fotosíntesi es pot determinar mesurant la quantitat d'oxigen emès per la planta. Això s'aconsegueix observant l'escala de la pipeta.
2. M'interessa comprovar la quantitat d'oxigen que desprèn la planta.
3. Trobem un problema si controlem la fotosíntesi amb l'aparell i observem l'altura de l'aigua a la pipeta.
4. El problema que desitjo verificar és si amb diferents intensitats de llum hi ha canvis en el ritme de la fotosíntesi.

Analitzem diferents formulacions de preguntes:

- Què és un col·lector solar?
- Com funciona un col·lector solar?
- Com incrementar l'eficiència d'un col·lector solar?
- Si introdueixo tal canvi, s'incrementarà l'eficiència d'un col·lector solar?

Analitzem diferents tipus de preguntes:

- Com s'esbrina la composició d'un metall en un mineral?
- Quina és l'eficiència de tal màquina?
- Com evoluciona la vegetació d'un indret després d'un incendi?
- Com s'estudia un estel variable?
- Com s'explica la formació de les crispets?

- Totes les monedes tenen la mateixa composició?
- Dos radiadors són igualment eficients?
- L'evolució de la vegetació de dos vessants després d'un incendi és igual?
- Quin és el millor mètode per sintetitzar l'àcid acetilsalílic?
- Quin podria ser el millor sistema per combatre la processonària a tal lloc?

- Quines són les millors condicions de l'aigua per afavorir la velocitat dels nedadors?
- Com afecta tal pesticida (o metall, adob...) al creixement de tal planta?
- En funció de la temperatura (o de la llum, del temps...), el paper 'blanc' es conserva més temps que el paper 'reciclat'?
- Es podrien repetir les inundacions de 1962?
- Com pot evolucionar la població de senglars a Collserola si no es cacen?
- S'hauria de repoblar un bosc després d'un incendi?

FORMULACIÓ DE PREGUNTES 'HIPOTETICO - DEDUCTIVES':

Sistema inicial	+	variable introduïda (V.I.)	+	canvi observat (V.D.) -fenomen-	= Projecte
vegetal	+	pesticida	+	fotosíntesi	Com afecta tal pesticida a la velocitat de la fotosíntesi?
alga	+	detergent	+	reproducció	Com influeix el detergent en la velocitat de reproducció de l'alga?
paper	+	temperatura	+	degradació	Com influeix la temperatura en la degradació del paper reciclat? En funció de la temperatura, es degrada més ràpidament el paper reciclat que el paper blanc?
Vitamina C + (en un suc de fruites)		Temperatura	+	descomposició	La temperatura influeix en la velocitat de descomposició de la vitamina C d'un suc de fruites?
'cuina' solar	+	forma geomètrica	+	eficiència	Quina forma de la 'cuina' és la més eficient?

Vegetal	+	longituds d'ona	+	fotosíntesi	Influeix la longitud d'ona de la llum en la velocitat de la fotosíntesi?
---------	---	--------------------	---	-------------	---

METODOLOGIES D'INVESTIGACIÓ EN FUNCIÓ DE LES PREGUNTES PLANTEJADES

Importància d'escollir un bon mètode per trobar una resposta a una pregunta

- En algunes zones rurals, sembla que hi ha un nombre inusualment elevat de casos de leucèmia en nens. Hi ha qui afirma que això és degut als cables d'alt voltatge que hi tenen. Per tal de donar validesa científica a aquesta reivindicació, es fan diferents propostes.

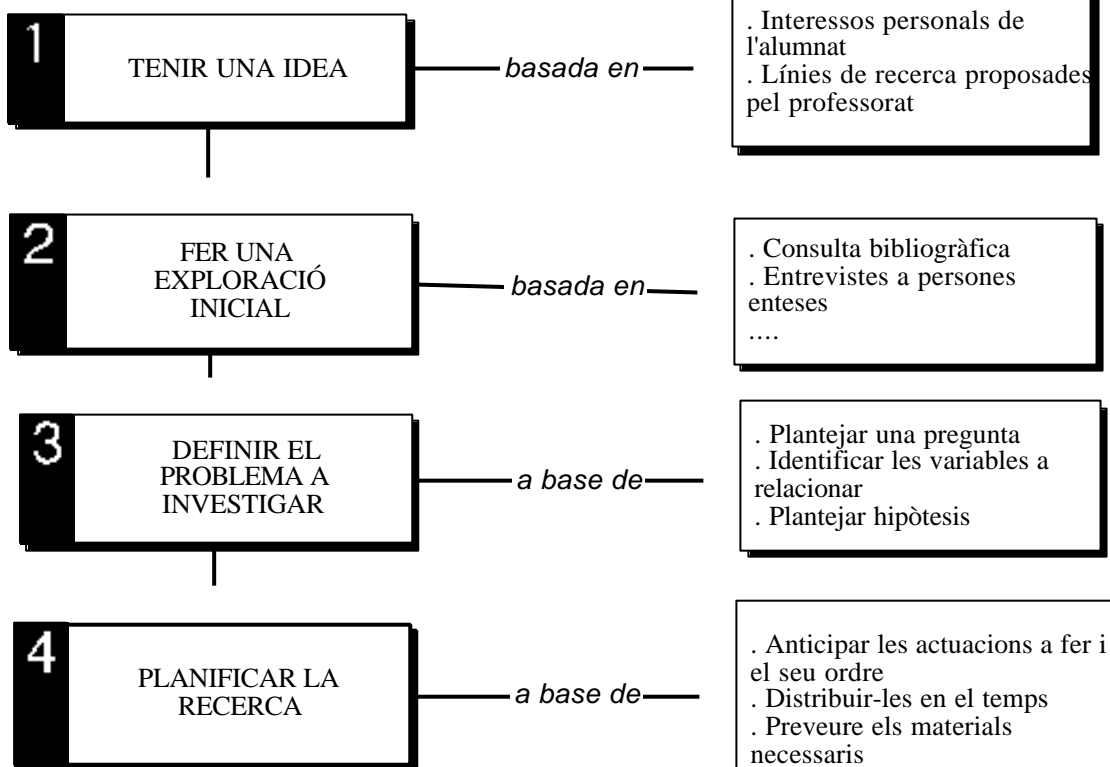
a) Ordena aquests procediments segons el grau d'importància que creus que poden tenir:

1. Examinar documents dels casos de leucèmia en presència i en absència de cables d'alta tensió en diferents zones per verificar l'existència d'una correlació estadística significativa.
2. Entrevistar els pares dels nens amb leucèmia per parlar de les seves idees sobre si els cables d'alta tensió són la causa de la malaltia.
3. Dissenyar un experiment en el qual alguns animals siguin exposats a ones electromagnètiques.
4. Fer un sondeig sobre aquesta idea de risc en relació als cables d'alta tensió entre els treballadors de les indústries elèctriques.
5. Desenvolupar una teoria per donar bases científiques a la hipòtesi de la correlació.
6. Una altra proposta

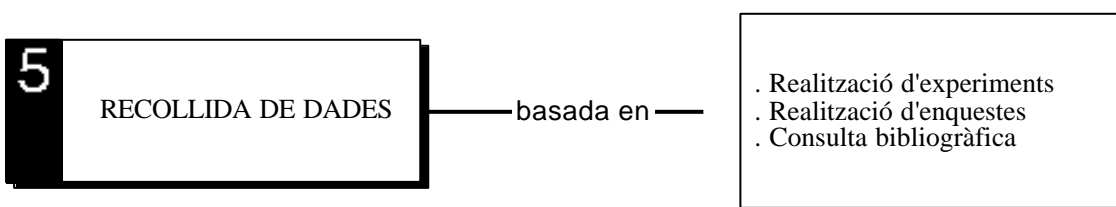
b) Els mètodes que has desestimat, a quines preguntes respondrien? Podrien ser també objecte de recerca?

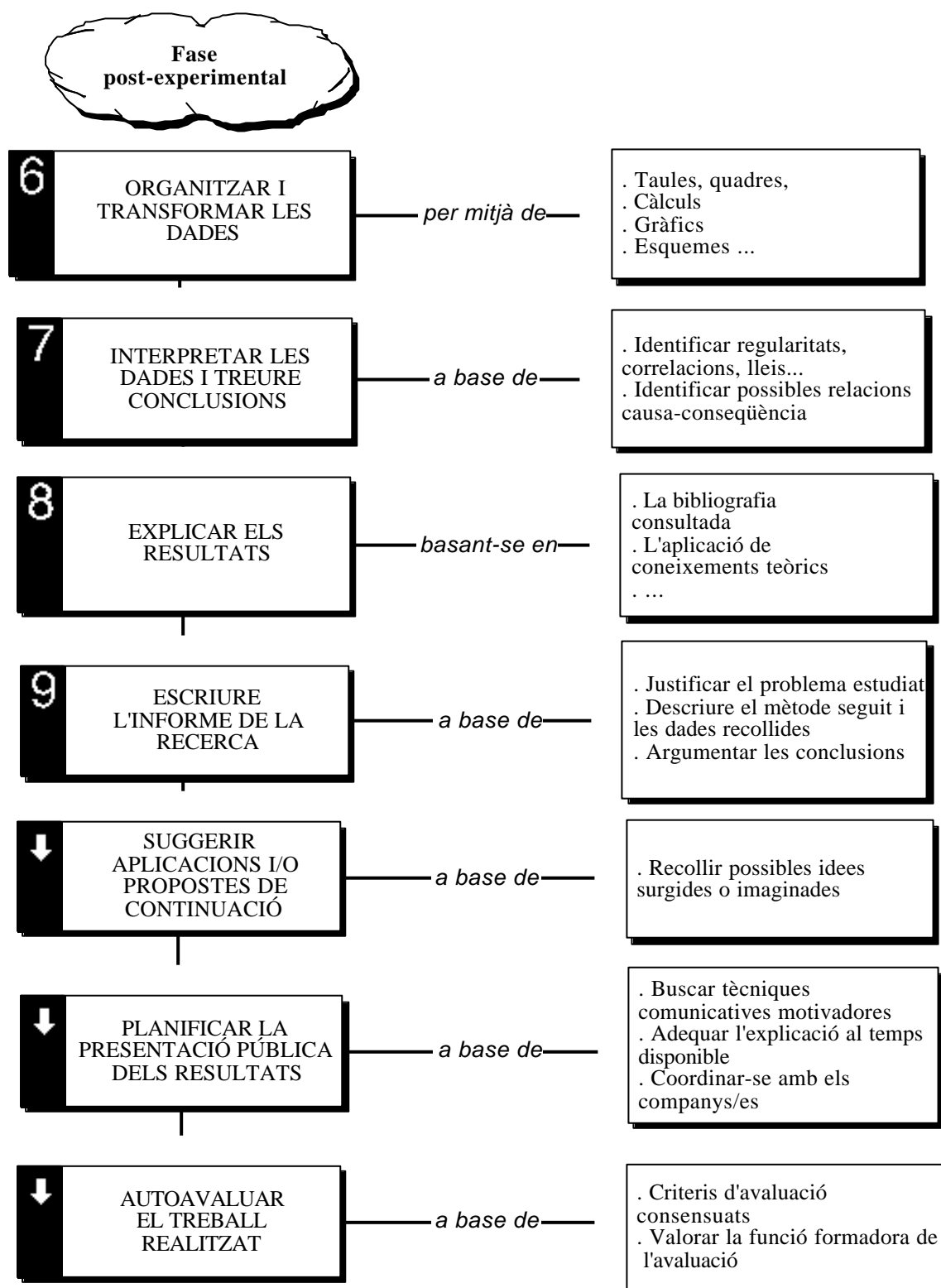
PROCÉS PER DUR A TERME UN TREBALL DE RECERCA

Fase pre-experimental

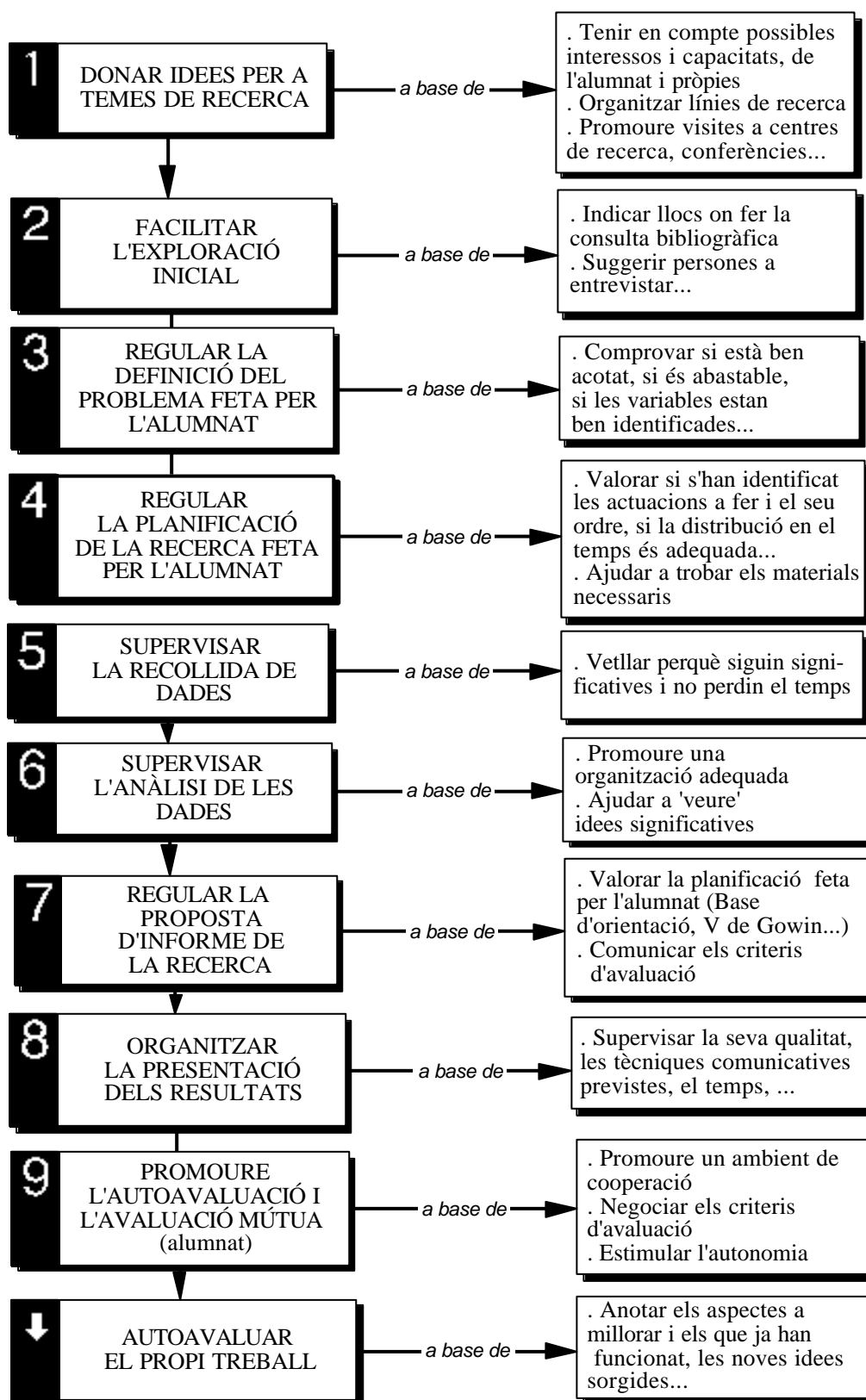


Fase experimental





ACCIONS A DUR A TERME PER DIRIGIR UN TREBALL DE RECERCA



L'INFORME DE LA RECERCA I LA SEVA AVALUACIÓ

PLANIFICACIÓ DE L'INFORME DE LA RECERCA	CRITERIS D'AVAUACIÓ
<i>Accions a fer:</i>	<i>Estarà ben fet si:</i>
1. Escollir un títol	1.1 És coherent amb l'objectiu de la recerca 1.2 És suggerent
2. Redactar la introducció	2.1 Resumeix l'objectiu de la recerca i la situa en relació a un camp d'estudi científic 2.2 Planteja bé la pregunta i el problema investigats, i la hipòtesi si s'escau 2.3 Justifica el motiu i l'interès del treball 2.4 Fa referència a d'altres possibles treballs similars i importants 2.5 És curta i entenedora 2.6 S'acompanya d'un esquema del treball realitzat
3. Especificar el mètode de treball	3.1 Indica els materials i aparells utilitzats 3.2 Resumeix i justifica el procediment seguit 3.3 Utilitza esquemes i aquests són clars 3.4 Indica i justifica possibles canvis introduïts
4. Recollir les dades obtingudes i les transformacions efectuades	4.1 Especifica les observacions i mesures realitzades o altres tipus de dades 4.2 Utilitza quadres i/o taules 4.3 Si és necessari, presenta les dades gràficament, de forma clara i adequada 4.4 Expressa les unitats correctament 4.5 Té en compte les diferents possibles causes d'error

5. Analitzar i interpretar les dades	<p>5.1 Identifica característiques rellevants, regularitats, correlacions, lleis, possibles relacions causa - conseqüència...</p> <p>5.2 Exposar de forma coherent els arguments - basats tant en les dades obtingudes com en el marc teòric de referència- que expliquen els resultats trobats i el seu possible interès</p> <p>5.3 Distingeix entre els fets observats i les idees personals, i entre aquestes i idees amb estatus científic</p> <p>5.4 Si s'escau, fa referència a treballs similars o opinions d'altres persones</p>
6. Redactar les conclusions	<p>6.1 Respon a la pregunta o problema plantejat inicialment</p> <p>6.2 Resumeix les principals idees aportades i els arguments més importants que les justifiquen</p> <p>6.3 Especifica els possibles límits de les conclusions a què ha arribat (possibles errors, instruments, inexperiència...)</p> <p>6.4 És curta i entenedora</p>
7. Especificar la bibliografia consultada i agrair les ajudes rebudes	<p>7.1 Indica tota la bibliografia utilitzada, seguint les normes donades</p> <p>7.3 Reconeix les aportacions d'altres persones - també dels companys i companyes- a l'èxit del treball realitzat</p>
8. Organitzar els annexos	<p>8.1 Recull informació complementària no inclosa en el text de base com, per exemple, aspectes del marc teòric de referència</p> <p>8.2 Recull les dades no incloses en el text però necessàries per validar la interpretació dels resultats</p>

9. Revisar el text	<p>9.1 La puntuació i l'ortografia són correctes</p> <p>9.2 El text està ben construït (atenció als connectors)</p> <p>9.3 Es distribueix el treball en capítols i cada capítol en subapartats</p> <p>9.4 Es fa un bon ús dels diferents programes informàtics i dels diferents tipus de lletres</p> <p>8.5 Es destaquen les paraules, dades o idees més importants</p> <p>8.6 S'inclou un índex</p>
---------------------------	--

ALTRES ASPECTES A AVALUAR	CRITERIS
A. Treball del grup	a.1 Anteposa la cooperació davant de la competició a.2 Col·labora activament en la realització de la recerca, assumint tasques col·lectives a.3 Escolta les opinions dels companys i companyes i les té en compte a.4 Manifesta interès per discutir les idees i per arribar a acords
B. Responsabilitat i autonomia	b.1 Demostra iniciativa per resoldre les dificultats trobades b.2 Respecta els materials i instruments d'ús col·lectiu b.3 És respectuós amb les persones, organismes i el medi ambient b.4 És autocrític i reconeix els aspectes que ha de revisar per arribar a bons resultats b.5 Compleix els terminis previstos
C. Interès, creativitat i persistència en el treball	c.1 Demostra interès en plantejar-se interrogants i en la recerca de respostes c.2 Mostra capacitat per imaginar explicacions, per dissenyar procediments de treball... c.3 Tendeix a voler resoldre el problema a través de l'observació i l'experimentació més que no pas preguntant o buscant la resposta en textos c.4 Tendeix a persistir en el treball, tot i que no surti com preveia c.5 Està disposat a admetre evidències que contradiguin les seves previsions o idees
D. Exposició	d.1 Fa una exposició ordenada i entenedora d.2 Utilitza tècniques de comunicació adequades d.3 Argumenta adequadament les idees introduïdes d.4 S'expressa correctament i fa ús del vocabulari científic d.5 Respon de forma coherent a les preguntes plantejades

